

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 2 M 3/335		H 0 2 M 3/335	A 5 H 7 3 0
3/28		3/28	H

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

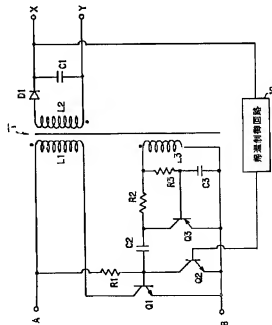
(21) 出願番号	特願平10-324056	(71) 出願人	00023/721 富士電気化学株式会社 東京都港区新橋5丁目36番11号
(22) 出願日	平成10年11月13日 (1998.11.13)	(72) 発明者	中尾 文昭 東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気化学株式会社内
		(72) 発明者	大田 智嗣 東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気化学株式会社内
		(74) 代理人	100071283 弁理士 一色 健輔 (外2名) Fターム (参考) 5H730 AA14 BB43 BB55 DD02 DD27 EE02 EED7 FD01 FD24 ZZ16

(54) 【発明の名称】 リンギングチョークコンバータ

(57) 【要約】

【課題】 負荷変動幅がきわめて大きくてもスイッチング周波数の変動幅を小さく抑制することができ、効率を向上できるとともにノイズ特性を改善できるリンギングチョークコンバータの改良技術を提供する。

【解決手段】 スイッチングトランジスタQ1のターンオフ時の回路動作の変化を検出し、その検出時期からあらかじめ設定された所定時間後にQ1を強制的にターンオンさせるターンオン時期制御系がある。この制御系は、Q1と異なる導電型の制御用トランジスタQ3と抵抗R3およびコンデンサC3からなる。Q3のコレクタが抵抗R2とコンデンサC2の接続点に接続され、トランジスタQ3のエミッタがベース巻線L3に接続され、トランジスタQ3のベースとベース巻線L3の前記一端との間に抵抗R3が接続され、トランジスタQ3のベースとエミッタとの間にコンデンサC3が接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 つぎの事項(1)～(6)により特定される発明。

(1) リンギングチョークコンバータと称されている自動型DC-DCコンバータである。

(2) トランスの1次巻線の一端が入力端子の一方に接続され、この1次巻線の他端がスイッチングトランジスタのコレクタに接続され、このスイッチングトランジスタのエミッタが入力端子の他方に接続されている。

(3) 前記トランスの2次巻線の出力が整流平滑素子を介して出力端子に接続されている。

(4) 前記トランスのベース巻線の一端がベース駆動素子を介して前記スイッチングトランジスタのベースに接続され、このベース巻線の他端が前記スイッチングトランジスタのエミッタに接続されている。このベース駆動系による自動発振により前記スイッチングトランジスタがオンオフを繰り返す。

(5) 前記出力端子の電圧を直接的あるいは間接的に検出し、その検出電圧に応じて前記スイッチングトランジスタのターンオフ時期を可変制御することで前記出力端子の電圧を安定化するためのターンオフ時期制御系がある。

(6) 前記スイッチングトランジスタのターンオフ時の回路動作の変化を検出し、その検出時期からあらかじめ設定された所定時間後に前記スイッチングトランジスタを強制的にターンオンさせるターンオン時期制御系がある。

【請求項2】 請求項1に記載のリンギングチョークコンバータであって、つぎの特定事項(21) (22)を備える。

(21) 前記ベース駆動素子は、一端が前記ベース巻線に接続された抵抗aと、一端が前記スイッチングトランジスタのベースに接続されたコンデンサbとの直列回路である。

(22) 前記ターンオン時期制御系は前記スイッチングトランジスタと異なる導電型のトランジスタcと抵抗dおよびコンデンサeからなる。トランジスタcのコレクタが抵抗aとコンデンサbの接続点に接続され、トランジスタcのエミッタが前記ベース巻線の前記他端に接続され、トランジスタcのベースと前記ベース巻線の前記一端との間に抵抗dが接続され、トランジスタcのベースとエミッタとの間にコンデンサeが接続されている。

【請求項3】 請求項2に記載のリンギングチョークコンバータであって、前記トランジスタcのコレクタがコレクタ電流と順方向のダイオードfを介して前記抵抗aと前記コンデンサbの接続点に接続されている。

【請求項4】 請求項2または請求項3に記載のリンギングチョークコンバータであって、前記抵抗dと並列にダイオードgが接続され、このダイオードgを通して流れる電流により前記コンデンサeが充電されて前記トラ

ンジスタcが逆バイアスされる。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載のリンギングチョークコンバータであって、前記トランスとして、1次巻線を流れる電流が小さい領域でインダクタンスがより大きくなる非線形特性のものを使用した。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は自動型DC-DCコンバータの一種であるリンギングチョークコンバータの改良に関する。

【0002】

【従来の技術】リンギングチョークコンバータは、構成部品が少なく安価であり、安定した特性を容易に実現できることから、VTRなどの一般的な電子回路装置の電源として多用されている。リンギングチョークコンバータの従来の代表的な構成を図1に示している。トランスTの1次巻線L1の一端が入力端子の一方Aに接続され、1次巻線L1の他端がスイッチングトランジスタQ1のコレクタに接続され、スイッチングトランジスタQ1のエミッタが入力端子の他方Bに接続されている。トランスTの2次巻線L2の出力が整流平滑素子(ダイオードD1・コンデンサC1)を介して出力端子X・Yに接続されている。トランスTのベース巻線L3の一端がベース駆動素子(抵抗R2とコンデンサC2の直列回路)を介してスイッチングトランジスタQ1のベースに接続され、ベース巻線L3の他端がスイッチングトランジスタQ1のエミッタに接続されている。スイッチングトランジスタQ1のベースが起動抵抗R1を介して入力端子Aに接続されている。このベース駆動系による自動発振により前記スイッチングトランジスタがオンオフを繰り返す。

【0003】以上がリンギングチョークコンバータのよく知られた原理的な構成である。この基本回路系には出力電圧Voutを一定値に保つ作用はない。そこで、出力電圧Voutを直接的あるいは間接的に検出し、その検出電圧に応じてスイッチングトランジスタQ1のターンオフ時期を可変制御することで出力電圧Voutを安定化させるターンオフ時期制御系を付加している。図1において、スイッチングトランジスタQ1のベース・エミッタ間に接続した制御用トランジスタQ2とこれを駆動する帰還制御回路10がターンオフ時期制御系を示している。スイッチングトランジスタQ1のオン期間において、帰還制御回路10の出力を受けて制御用トランジスタQ2がオンすると、Q1のベース電流がQ2に横取りされ、Q1が強制的にターンオフする。これによりスイッチングトランジスタQ1のオン時間が調整され、出力電圧Voutを一定に保つフィードバック制御が働く。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】よく知られているように、リンギングチョークコンバータでは、入力電圧と出

力電圧が一定であれば、発振周波数は負荷電流に反比例して軽負荷になるほど高くなる。リングングチョークコンバータを設計するとき、当然ながら、最大負荷時に既定の電力を供給できるように設計する。そして最小負荷が最大負荷のたとえは百分の一ほどとする。この場合、最小負荷時のスイッチング周波数は原理的には最大負荷時の百倍ほどになってしまう。周波数が高くなると、スイッチング損失が増え、効率が低下する。また不要輻射ノイズの問題が大きなものとなる。VTRなどの電源にリングングチョークコンバータを用いる場合、待機モードでの最小負荷と通常使用モードでの最大負荷との差はきわめて大きく、そのため待機モードでのスイッチング周波数がきわめて高くなり、効率低下とノイズ増大の問題が目立つようになる。

【0005】この発明は前述した従来の問題点に鑑みながら、その目的は、負荷変動幅がきわめて大きくてもスイッチング周波数の変動幅を小さく抑制することなどで、効率を向上できるとともにノイズ特性を改善できるリングングチョークコンバータの改良技術を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】===請求項1の発明===

(1) リングングチョークコンバータと称されている自励型DC-DCコンバータである。

(2) トランスの1次巻線の一端が入力端子の一方に接続され、この1次巻線の他端がスイッチングトランジスタのコレクタに接続され、このスイッチングトランジスタのエミッタが出力端子の他方に接続されている。

(3) 前記トランスの2次巻線の出力が整流平滑素子を介して出力端子に接続されている。

(4) 前記トランスのベース巻線の一端がベース駆動素子を介して前記スイッチングトランジスタのベースに接続され、このベース巻線の他端が前記スイッチングトランジスタのエミッタに接続されている。このベース駆動素子による自励発振により前記スイッチングトランジスタがオンオフを繰り返す。

(5) 前記出力端子の電圧を直接あるいは間接的に検出し、その検出電圧に応じて前記スイッチングトランジスタのターンオフ時期を可変制御することで前記出力端子の電圧を安定化するためのターンオフ時期制御系がある。

(6) 前記スイッチングトランジスタのターンオフ時の回路動作の変化を検出し、その検出時期からあらかじめ設定された所定時間後に前記スイッチングトランジスタを強制的にターンオンさせるターンオン時期制御系がある。

【0007】===請求項2の発明===

請求項1に記載のリングングチョークコンバータであって、つぎの特定事項(21)(22)を備える。

(21) 前記ベース駆動素子は、一端が前記ベース巻線に接続された抵抗aと、一端が前記スイッチングトランジスタのベースに接続されたコンデンサbとの直列回路である。

(22) 前記ターンオン時期制御系は前記スイッチングトランジスタと異なる導電型のトランジスタcと抵抗dおよびコンデンサeからなる。トランジスタcのコレクタが抵抗aとコンデンサbの接続点に接続され、トランジスタcのエミッタが前記ベース巻線の前記他端に接続され、トランジスタcのベースと前記ベース巻線の前記一端との間に抵抗dが接続され、トランジスタcのベースとエミッタとの間にコンデンサeが接続されている。

【0008】===請求項3の発明===

請求項2に記載のリングングチョークコンバータであって、前記トランジスタcのコレクタがコレクタ電流と順方向のダイオードfを介して前記抵抗aと前記コンデンサbの接続点に接続されている。

【0009】===請求項4の発明===

請求項2または請求項3に記載のリングングチョークコンバータであって、前記抵抗dと並列にダイオードgが接続され、このダイオードgを通して流れる電流により前記コンデンサeが充電されて前記トランジスタcが逆バイアスされる。

【0010】===請求項5の発明===

請求項1〜4のいずれかに記載のリングングチョークコンバータであって、前記トランスとして、1次巻線を通れる電流が小さい領域でインダクタンスがより大きくなる非線形特性のものを使用した。

【0011】

【発明の実施の形態】この発明の一実施例によるリングングチョークコンバータの回路構成を図1に示している。これは図1に示した従来のリングングチョークコンバータに本発明によるターンオン時期制御系をつけ加えた形の実施例である。トランスTの各巻線L1・L2・L3と、スイッチングトランジスタQ1と、整流ダイオードD1および平滑コンデンサC1と、ベース駆動素子としての抵抗R2およびコンデンサC2と、出力電圧安定化のための帰還制御回路10および制御用トランジスタQ2の接続関係は図1の従来回路とまったく同じであり、その回路動作も同じである。

【0012】図2に示すように、前記ベース駆動素子は、一端がベース巻線L3に接続された抵抗R2と、一端がスイッチングトランジスタQ1のベースに接続されたコンデンサC2との直列回路である。これに関連して前記ターンオン時期制御系をつぎのように回路構成されている。ターンオン時期制御系はスイッチングトランジスタQ1と異なる導電型の制御用トランジスタQ3と抵抗R3およびコンデンサC3からなる。制御用トランジスタQ3のコレクタが抵抗R2とコンデンサC2の接続点に接続され、トランジスタQ3のエミッタがベース巻線

L3の前記他端に接続され、トランジスタQ3のベースとベース巻線L3の前記一端との間に抵抗R3が接続され、トランジスタQ3のベースとエミッタとの間にコンデンサC3が接続されている。

【0013】つぎにターンオン時期制御系の動作を説明する。図2の回路の主要部の動作波形を図3に示している。スイッチングトランジスタQ1がオンして1次巻線L1の電流I_cが増加している。この期間、Q1のベースに接続されているコンデンサC2はベース側がマイナスでR2側がプラスとなる方向に充電されている。スイッチングトランジスタQ1がターンオフすると、それまでトランジスタTに蓄積されたエネルギーが放出され、2次巻線L2に出力電流が流れる。この期間、Q1のベースに接続されているコンデンサC2は、起動抵抗R1などを通じ、前記とは逆にベース側がプラスでR2側がマイナスとなる方向に充電される。そして、ベース巻線L3に生じた電流がC3→R3と流れ、コンデンサC3が徐々に充電される。コンデンサC3の充電電圧がある値になったところで制御用トランジスタQ3がオンする。制御用トランジスタQ3がオンすると、Q1のベースに接続されているコンデンサC2のR2側の電位がQ1のエミッタ電位にほぼ等しくなるので、Q1のベース電位がエミッタ電位に対してC2の充電電圧分だけ高くなり、スイッチングトランジスタQ1がターンオンする。

【0014】このようにターンオン時期制御系は、トランスTの蓄積エネルギーがリセットする前に（自動発振作用によりターンオンする前に）、スイッチングトランジスタQ1を強制的にターンオンさせるように作用する。Q1がターンオフしてから強制的ターンオンの動作が引き起こされるまでの時間T_{max}は、ターンオン時期制御系の素子特性によりある範囲で自由に設定可能である。図2の実施例の回路では、コンデンサC3と抵抗R3の時定数を変えることで時間T_{max}を変えることができる。

【0015】以上のようにして、スイッチングトランジスタQ1のオフ時間の上限が時間T_{max}によって制限される。そのため負荷電流を少しずつ増やしたとしても、それに反比例してスイッチング周波数が低下せず、周波数の低下はある値に制限される。そのような強制的ターンオンが有効に働いている領域では、トランスTの蓄積エネルギーが完全に放出される前にスイッチングトランジスタQ1がターンオンし、つぎのエネルギー蓄積動作が開始されることになる。そのため図3に示した1次巻線電流I_cの波形図において、ターンオン時の初期電流値ΔiはトランスTの残留エネルギーによる電流分である。負荷電流の変動はこの電流分Δiの変動として入力側から観測されることになる。なお、負荷電流がわめて小さい領域では強制的ターンオンが引き起こされる前にトランスTがリセットされ、自動発振の作用でQ1が

ターンオンすることになる。

【0016】この発明のリングバックチョークコンバータでは、負荷電流が大きい領域においては、トランスTの蓄積エネルギーがリセットされない状態で動作しているので（連続モード動作という）、トランスTやスイッチングトランジスタQ1および整流ダイオードD1の利用効率が上がり、従来の回路と同一の負荷電流において、1次巻線L1に流れる入力電流I_cのピーク値および実効値とともに従来回路より小さくなる。

【0017】この発明の第2の実施例の回路構成を図4に示している。これは基本となる図2の回路に下記の2点の回路要素を付加している。その1つは、制御用トランジスタQ3のコレクタ側にコレクタ電流と順方向のダイオードD2を接続した点である。もう1つは、トランジスタQ3のベースとベース巻線L3とを結ぶ抵抗R3と並列にダイオードD3・抵抗R4の直列回路を接続した点である。ダイオードD3の方向性は、これを通してコンデンサC3に充電電流が流れ、コンデンサC3の充電電圧により制御用トランジスタQ3が逆バイアスされるように選ばれている。

【0018】ダイオードD2は、スイッチングトランジスタQ1のオン時にベース巻線L3に生じる電流が制御用トランジスタQ3のコレクタ・ベースのPN接合を通してリークするのを防止するために設けた。これにより、ベース巻線L3に生じる電流がスイッチングトランジスタQ1に効果的に正帰還される。

【0019】ダイオードD3は、スイッチングトランジスタQ1のオン時にベース巻線L3に生じる電流によってコンデンサC3を急速充電し、できるだけ速やかに制御用トランジスタQ3をカットオフするために設けた。これにより動作の高速化が実現できる。

【0020】この発明のリングバックチョークコンバータを実施する場合、トランスTとしては、1次巻線L1に流れる電流が小さい領域でインダクタンスがより大きくなる非線形特性のものを使用することが望ましい。その理由をつぎに説明する。負荷電流が小さい領域でスイッチング周波数がいわずらに高くないように設計するには、インダクタンスの大きなトランスを使用する方がよい。その方がターンオン時の入力電流の増加率が小さくなり、したがって周波数が低くなる。しかし本発明のリングバックチョークコンバータを設計する上で、インダクタンスの大きなトランスを使用すると、負荷電流が大きい領域ではターンオン時の初期電流値Δi（図3）が大きいので、Q1を強制的にターンオンさせるのに必要なドライブ電力が大きくなり、そのためターンオン損失が大きくなる。またトランスTが飽和する可能性が高まるので、コアボリュームの大きくなる必要性に迫られる。そこで1次巻線L1に流れる電流が小さくなるインダクタンスが小さくなる非線形特性のトランスTを使用する。そうすれば負荷電流が大きい領域において、強

制的ターンオンに伴うドライブ電力が小さくすみ、ターンオン損失を小さくできる。またトランスTの飽和に対する余裕が大きくなるので、トランスを小型化することができる。このような特性のトランスは、図5に示すように、コアの要所に段差のあるギャップGを設けることで実現できることが知られている。

【0021】なお図2および図4に示した実施例の回路は、制御用トランジスタQ3とコンデンサC3および抵抗R3というきわめて少数の素子でターンオン時期制御系に求められている回路機能をきわめて合理的に実現している。しかし本発明はこの実施例の構成に限定されるものではなく、「スイッチングトランジスタのターンオフ時の回路動作の変化を検出し、その検出時期からあらかじめ設定された所定時間後に前記スイッチングトランジスタを強制的にターンオンさせる」という回路機能はさまざまな方式で実現できる。

【0022】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、この発明によれば、リングングチョークコンバータの基本回路にごく簡単なターンオン時期制御系を付加することで、負荷電流が大幅に変化しても、スイッチング周波数の変動幅を小さな範囲に抑制することができ、効率を向上できるとともにノイズ特性を改善できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の代表的なリングングチョークコンバータの回路構成図である。

【図2】この発明の一実施例によるリングングチョークコンバータの回路構成図である。

【図3】図3の実施例回路の要部の波形図である。

【図4】この発明の他の実施例によるリングングチョークコンバータの回路構成図である。

【図5】この発明のリングングチョークコンバータに適用するトランスのコアを示す図である。

【符号の説明】

Q1 スwitchングトランジスタ

Q2 制御用トランジスタ

T トランス

L1 1次巻線

L2 2次巻線

L3 ベース巻線

R2 抵抗a

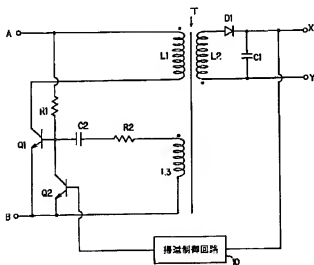
C2 コンデンサb

Q3 トランジスタc

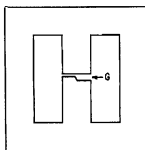
R3 抵抗d

C3 コンデンサe

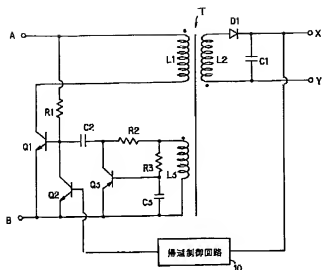
【図1】



【図5】



【図2】



【図3】

